

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennustekniikka
Ympäristörakentaminen

Iiro Miettinen

VIRTUAALIMALLINNUS TIEN SUUNNITTELUSSA

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Iiro Miettinen

Virtuaalimallinnus tien suunnittelussa, 29 sivua, 3 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Ympäristörakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Ohjaajat: Jorma Jaakkola, Saimaan ammattikorkeakoulu

Mikko Alilonttinen, FCG Finnish Consulting Group

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia virtuaalimallin käyttöä havainnollistamistyökaluna tien suunnittelussa. Työssä esitellään, mihin erilaisia malleja kannattaa käyttää ja mitä tietoja niiden laatimiseen tarvitaan. Työssä keskitytään pääasiassa tien yleissuunnitelmavaiheen havainnollistamiseen, mutta pohditaan myös, miten malli on laajennettavissa tie- ja rakennussuunnitelmiin. Lopuksi tarkastellaan virtuaalisen tietomallinnuksen tulevaisuuden näkymiä sekä pohditaan, mitä pitäisi vielä tehdä, jotta tietomallinnus voisi laajemmin yleistyä.

Opinnäytetyö laadittiin Klaukkalan ohikulkutien yleissuunnitelmavaiheen virtuaalimallintamisprosessin pohjalta. Apuna virtuaalimallin luomisessa käytettiin AutoCad-pohjaista Novapoint-suunnitteluohjelmistoa. Virtuaalimalli luotiin Novapointin Virtual Map-sovelluksella.

Tien rakentamiseen liittyvien suunnitelmien teoria-aineisto pohjautuu pääosin Liikenneviraston julkaisuihin ja M. Alilonttisen haastatteluun. Tietomallinnukseen liittyvä aineisto on kerätty Vianovan uutisartikkeleista ja muiden alan toimijoiden esitelmistä ja tutkimuksista.

Asiasanat: Virtuaalimallinnus, tietomallinnus, tien suunnittelu

ABSTRACT

Iiro Miettinen

Virtual modeling at road planning, 29 pages, 3 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Municipal Engineering

Thesis 2010

Instructors: Jorma Jaakkola, Saimaa University of Applied Sciences

Mikko Alilonttinen, FCG Finnish Consulting Group

The purpose of this thesis was to explore the use of virtual model as a visualization tool with road planning. The thesis presents, where different models can be used and what information is needed for their establishment. The thesis focuses mainly on illustrating the road master plan phase, but will also take a look at how the model can be extended to road and building plans. Finally, the thesis will examine the future from the virtual data modeling perspective, and look for what should be done that the building information modeling (BIM) could be more frequent.

This thesis is based upon the master plan phase of the Klaukkala bypass virtual modeling process. The AutoCad-based Novapoint design software was used in the creating of the virtual model. The virtual model was created with the Novapoint Virtual Map application.

The theoretical material related to road construction plans are mainly based on the publications from the Transport Agency and from the interview with M. Alilonttinen. BIM-related material has been collected from Vianova news articles and from the presentations and surveys of other experts of the industry.

Keywords: Virtual modeling, Building Information Modeling, road planning

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	TIEHANKKEEN SUUNNITELMAT	6
2.1	Tien yleissuunnitelma	7
2.2	Tiesuunnitelma	7
2.3	Tien rakennussuunnitelma	11
3	VIRTUAALIMALLINNUS TIEN SUUNNITTELUTYÖSSÄ	11
3.1	Virtuaalimallit eri suunnitteluvaiheissa	12
3.2	Ohjelmisto ja mallin laatiminen	14
4	KOHTEEN ESITTELY	15
4.1	Hankkeen lähtökohdat ja nykytilanne	15
4.2	Suunnittelu	17
5	KLAUKKALAN OHIKULKUTIEN MALLINNUS	18
6	MALLIN LAAJENNUS TIE- JA RAKENNUSSUUNNITELMIIN	22
7	TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ	23
7.1	Rakennusten tietomallinnus	24
7.2	Tietomallinnus infrakohteissa	24
7.3	Tietomallistandardi	26
8	YHTEENVETO	27
	KUVAT	28
	LÄHTEET	29

LIITTEET

- Liite 1: Klaukkalan ohikulkutien linjausvaihtoehto 1
- Liite 2: Klaukkalan ohikulkutien linjausvaihtoehto 2
- Liite 3: Klaukkalan ohikulkutien vaihtoehto N

1 JOHDANTO

Virtuaalimallilla tarkoitetaan tietokoneella luotua 3D-tilaa, jossa katsoja pystyy vapaasti liikkumaan tietokoneen näyttöruudulla. Virtuaalimallilla haluttu kohde ja sen ympäristö saadaan havainnollistettua paremmin kuin pelkillä paperille laadituilla suunnitelmilla tai valokuvilla. Mallissa katsoja pääsee tarkastelemaan, miten eri suunnitelmat toimivat yhdessä ja miten mallinnettava kohde sopeutuu ympäristöön.

Opinnäytetyön tarkoitus on esitellä virtuaalimallinnusprosessi. Työn esimerkkikohteena käytetään Klaukkalan ohikulkutien yleissuunnitelmahankkeesta laadittuja virtuaalimalleja, jotka liikennevirasto on tilannut Finnish Consulting Group Oy:ltä. Mallintamisprojektissa osuuteni on toisen linjausvaihtoehdon mallintaminen. Mallinnustyön pohjalta työssä esitellään, miten yleissuunnitelmavaiheen virtuaalimallista luodaan tiesuunnitelmamalli ja rakennussuunnitelmia sisältävä malli. Lopuksi tarkastellaan, mihin virtuaalimallintamisessa ollaan tulevaisuudessa menossa ja mitä tulisi ottaa huomioon mallinnustyöhön tarvittavien ohjelmistojen kehittämisessä.

Virtuaalimallit tehdään ohikulkutien linjausvaihtoehdoista laadittujen tien yleissuunnitelmien pohjalta. Apuna virtuaalimallin luomisessa käytetään AutoCad-pohjaista Novapoint-suunnitteluohjelmistoa. Virtuaalimalli luodaan Novapointin Virtual Map -sovelluksella

2 TIEHANKKEEN SUUNNITELMAT

Tien suunnittelu jakautuu neljään vaiheeseen, jotka on esitetty kuvassa 2.1. Nämä ovat esiselvitys (esisuunnittelu), yleissuunnittelu, tiesuunnittelu ja rakennussuunnittelu. Suunnitelmat tarkentuvat siirryttäessä vaiheesta toiseen. Esi- selvitysvaiheessa tutkitaan hankkeen tarvetta ja eri toteutustapoja. Suurimmat erot vaihtoehtojen välillä ovat hankkeen suunnittelun alkupäässä. Suunnittelu- työn edetessä mahdollisuus vaikuttaa eri ratkaisuihin vähenee.



Kuva 2.1 Tiensuunnittelun kulku, Liikenneviraston ohjeita 19/2010, Yleissuunnittelu, toimintaohjeet

Tiesuunnittelu liittyy aina maankäytön suunnitteluun. Kuvasta 2.1 nähdään miten maankäytön suunnittelu yhdistyy tiesuunnittelun kanssa. Tietä ei voida rakentaa ilman voimassa olevaa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista kaavaa. Maankäytön suunnittelun kautta annetaan eri osapuolien vaikuttaa ratkaisuihin, jotta hankkeesta syntyisi mahdollisimman hyvin kaikkia palveleva kokonaisuus. Jos mahdollista ratkaisua ei löydetä tai hankkeen toteuttamiselle ei löydetä riittäviä perusteita, voidaan suunnittelutyö keskeyttää. (Liikenneviraston ohjeita 20/2010, Tiesuunnitelma, toimintaohjeet.)

2.1 Tien yleissuunnitelma

Tien yleissuunnitelma on maantielakiin ja -asetukseen perustuva suunnitelma. Tien yleissuunnitelmassa esitetään tien likimääräinen sijainti, yhteensopivuus olemassa olevaan kaavoitukseen, ratkaisut halutun hyödyn saavuttamiseksi, alustava kustannusarvio sekä tien vaikutukset ympäristöön ja ympärillä olevaan infrastruktuuriin.

Tiehankkeen yleissuunnitelma voidaan jättää laatimatta, jos hankkeen vaikutukset ovat vähäiset. Hankkeista, jossa lainsäädäntö määrää ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) , laaditaan aina yleissuunnitelma.

Tien yleissuunnittelun tarkoituksena on luoda pohja toimivalle, turvalliselle ja terveelliselle ympäristölle. Suunnitelmalla pyritään turvaamaan tien liikenteelliset edellytykset pitkälle aikavälille (20–30 vuotta) huomioiden myös infrastruktuurin kehittyminen ja ympäristönsuojelun periaatteet kohteen vaikutusalueella. (Liikenneviraston ohjeita 19/2010, Yleissuunnittelu, toimintaohjeet.)

2.2 Tiesuunnitelma

Tiesuunnitelma on lainmukainen alueiden haltuunoton ja lunastusmenettelyn lähtöasiakirja, jossa esitetään lunastettavat alueet ja perustettavat oikeudet. Tiesuunnitelmassa tiealue tulee määritellä niin tarkkaan, että suunnitelman pohjalta alue voidaan merkitä maastoon. Tiealueen leveys määritetään suunniteltujen poikkileikkausten perusteella. Tähän lisätään varusteiden, rakenteiden ja

työvarojen tarvitsemat alueet. Alueella, jossa on lainvoimainen asemakaava, tien on mahdollista sille varatulle alueelle. Hyväksytty tiesuunnitelma antaa myös oikeuden tienpitäjälle tien sijoittamiseen sillalle, tunneliin, padolle, kannelle tai kannen alle.

Tiesuunnitelma laaditaan hyväksytyyn maantielain mukaiseen yleissuunnitelmaan, toimenpidesuunnitelmaan tai aluevaraussuunnitelmaan. Suunnitelman pitää olla niin selkeä ja kattava, että hankkeen vaikutukset ovat tulkittavissa kaikille asianomaisille ja sen pohjalta voidaan laatia rakennussuunnitelmat ja urakka-asiakirjat. (Maantielaki 22§.)

Ennen suunnittelun aloittamista hankitaan tarvittavat lähtötiedot. Näitä ovat yleensä edellisen suunnitteluvaiheen suunnitelmat ja niihin liittyvät aineistot, maastomalli, maaperätutkimustulokset, karttamateriaali sekä muut hankkeeseen vaikuttavat suunnitelmat ja olemassa oleva rekisteritieto. Näiden lisäksi hankitaan kaikki käytettävissä oleva tieto, jota suunnitelman laatimiseksi tarvitaan. Kohteesta tehdään mittauksia ja maastotutkimuksia suunnittelukohteen ja suunnitteluvaiheen edellyttämässä laajuudessa ja tarkkuudessa.

Tiesuunnitelman laatiminen aloitetaan tien linjauksen ja korkeusaseman suunnittelulla. Tällä pyritään varmistamaan yleissuunnitelman ja hankeselvityksen perusteella asetettujen tavoitteiden täyttäminen toimivalla, turvallisella ja taloudellisella ratkaisulla. Tärkeimmät suunnitteluun vaikuttavat tekijät ovat pohjaolosuhteet, kaavoitus, liikenneturvallisuus sekä massatalous. Linjauksen ja korkeusasemien suunnitteluun vaikuttavat suuresti ympäristössä olevat kohteet, kuten sillat, kalliot ja muut tielinjat. Esimerkiksi siltojen kohdalla tien korkeusasema pitää sovittaa niiden mukaan.

Kun tien sijainti on määritetty, suunnitellaan tien poikkileikkaus ja rakenteet. Tien poikkileikkausten määrittelyssä otetaan huomioon eri ajoneuvojen, erikoiskuljetusten ja kunnossapitokaluston vaatima tila, liikenneturvallisuus, pysäköintijärjestelyt, melusuojaus, tarvittava lumitila, ympäristö ja massatalous. Poikkileikkaukset suunnitellaan siten, että liikenteelle tai tien rakenteille vaarallinen vesi pystytään poistamaan tien pinnalta ja rakenteen sisältä. Tietä suunnitelta-

essa tulee ottaa huomioon myös se, ettei rakennettu tie estä ympäristön kuivastusta. Tämä asiaa tarkastellaan jo yleissuunnitteluvaiheessa jolloin alueelliselle kuivatukselle määritellään yleisperiaatteet.

Tämän jälkeen suunnitelmaan sisältyville väylille ja liikennettä palveleville alueille mitoitetaan kantavuuden ja routivuuden perusteella rakennekerrokset. Mitoituksessa otetaan huomioon käytettävissä olevat materiaalit maaperästä ja mahdollisista olemassa olevista rakenteista. Monesti tiesuunnittelussa joudutaan suunnittelemaan myös pohjamaan vahvistukset siten, että se kantaa tien rakenteista ja liikenteestä tulevat kuormat sallituissa painumarajoissa.

Tien geometristen ja rakenteellisten ratkaisuiden suunnittelu sisältää myös liittymät. Pääperiaatteet liittymäkohtien sijainnille on määritelty jo yleissuunnitteluvaiheessa eli tässä kohtaa suunnitellaan tarkka teknillinen toteutus. Tarkoituksena on saada liikenteen ja ympäristön asettamien tavoitteiden kannalta toimivat ja taloudelliset liittymisratkaisut. Suunnittelussa otetaan huomioon erityisesti liikenneturvallisuus, kevytliikenne, linja-autopysäkit, pysäköintijärjestelyt, ympäristö ja kunnossapidon vaatimukset.

Tiesuunnittelussa tulee aina ottaa huomioon ympäristö. Tieympäristön suunnittelulla pyritään tiealueesta saamaan kohteen ominaispiirteitä korostava esteettisesti laadukas tila. Tämä toteutetaan erilaisilla istutuksilla, maaston muotoilulla, meluntorjunnalla, sopivilla pintamateriaaleilla, kalusteilla sekä ympäristö- ja tievalaistuksella. Jossain tapauksissa tieympäristöön voidaan liittää erilaisia tilataideteoksia, mutta silloin tulee ottaa huomioon liikenneturvallisuuden vaatimukset. Harvaan asutuilla alueilla ympäristösuunnitelma voi olla yleispiirteinen ja mahdolliset toimenpiteet voidaan esittää tiesuunnitelmakartalla. Taajamissa ja ympäristöllisesti tärkeissä kohdissa laaditaan erillinen periaatekuva tieympäristön muokkaamisesta.

Myös tievalaistus on turvallisuuden kannalta tärkeää. Valaistussuunnittelussa otetaan huomioon valaistuksen tarve ja laajuus sekä määritellään valaistuksen teknilliset ja toiminnalliset ominaisuudet. Valaistuksen tarve tulee ottaa huomioon jo tien poikkileikkausta suunniteltaessa valaisimien tilatarpeen vuoksi.

Tiesuunnitelmassa tulee esittää väylien viitoitusperiaatteet ja mahdolliset liikennevalot. Liikenteen ohjauksen tulee olla selkeä, helposti ymmärrettävä ja johdonmukainen. Lisäksi suunnittelussa tulee ottaa huomioon olemassa olevan viitoituksen muutostarpeet. Tarvittaessa laaditaan liikenteen hallinnan yleisuunnitelma, jossa esitetään peruspalveluiden edellyttämä sään ja liikenteen seuranta sekä tiejakson liittyminen olemassa oleviin telematiikkasovelluksiin ja varauksiin.

Tiesuunnittelussa selvitetään hankealueella olevien muiden omistamien johtojen ja laitteiden purku-, siirto- ja suojaustarpeet sekä laaditaan alustava johtojen ja laitteiden siirtoehdotus. Suunnitelmassa esitetään myös uudet johtolinjat ja laitteet sekä niiden suojaustarpeet.

Massataloussuunnitelmassa esitetään massavarat ja –tarpeet eriteltynä materiaaleittain ja käyttötarkoituksittain. Suunnittelun yhteydessä selvitetään, voidaanko rakentamisen yhteydessä syntyvät maamassat sijoittaa tielinjalle vai tarvitseeko maa-ainekset kuljettaa erillisille läjityspaikoille. Suunnittelussa on myös selvitettävä, saadaanko tarvittavat massat tielinjalta vai tarvitseeko niitä tuoda muualta. Maa-aineksen otto- ja läjitysalueet varataan tiesuunnitelmassa.

Jos suunniteltavaan tiehankkeeseen kuuluu siltoja, tunneleita ynnä muita taitorakenteita, esitetään nämä tiesuunnitelmavaiheessa. Merkittävistä silloista laaditaan yleispiirustus, jossa esitetään sillan ulkonäkö ja sopeutuminen ympäristöön. Tunnelisuunnittelussa tarkastellaan riskejä, turvallisuutta, tarvittavia tunnelirakenteita sekä teknisiä järjestelmiä ja varusteita, valaistusta sekä liikenteen hallintaa.

Tiehankkeen vaikutuksia arvioidaan tiesuunnitelmaselostuksessa. Eri ratkaisujen vaikutuksia arvioidaan koko suunnittelun ajan. Arvioinnit ohjaavat tarvittavien toimenpiteiden valintaa ja suunnittelua. Arvioinnin pohjana toimivat hankkeelle asetetut tavoitteet, jotka päivittyvät suunnittelutyön edetessä. Arvioinnissa pohditaan, miten nämä tavoitteet saavutetaan sekä miten eri asianosaisten mielipiteet ja lausunnot on otettu huomioon. Liikenneturvallisuuden arvioinnissa

paneudutaan eri ratkaisuiden liikenneturvallisuuden ongelmakohtiin. (Liikenneviraston ohjeita 20/2010, Tiesuunnitelma, s. 19-58.)

2.3 Tien rakennussuunnitelma

Tien rakennussuunnitelmat laaditaan hyväksytyn tiesuunnitelman pohjalta tai joissain hankemuodoissa samanaikaisesti tiesuunnitelman kanssa. Usein rakennussuunnitelmia joudutaan joka tapauksessa miettimään tiesuunnitelman yhteydessä, jotta tien ja sen rakenteiden tila saadaan tarkasti määriteltä.

Rakennussuunnitelmat sisältävät tien tarkat rakenteet, varusteet ja laitteet. Siinä, missä tiesuunnitelmassa esitetään viitoitusperiaatteet, rakennussuunnitelmissa esitetään kaikki viitat ja liikennemerkit mittapiirustuksineen. Rakennussuunnitelmissa esitetään myös tien osien kuten siltojen ja tunneleiden tarkat piirustukset.

3 VIRTUAALIMALLINNUS TIEN SUUNNITTELUTYÖSSÄ

Teiden suunnittelutyössä virtuaalimalleja käytetään pääasiassa suunnitelmien havainnollistamiseen. Malleilla pystytään paperisuunnitelmia paremmin havainnollistamaan, miten suunniteltu tie sijoittuu ympäristöön ja mitä vaikutuksia se aiheuttaa. 3D-mallissa nähdään tien ympäristö ja maaston korkeuserot paremmin kuin pelkistä karttakuvista paperilla, joten mallista voidaan kätevästi tarkastella tien geometrian toimivuutta. Näitä malleja esitellään pääasiassa yleisötilaisuuksissa, joissa tien linjauksia esitellään paikallisille asukkaille ja maanomistajille.

Virtuaalimallin pohja syntyy tien suunnittelun yhteydessä. Mallista saadaan sitä tarkempi, mitä tarkemmat suunnitelmat kohteesta on laadittu. Muun suunnittelutyön edetessä myös mallin tarkkuus paranee ja informaation määrä lisääntyy. Liittämällä eri suunnitelmia samaan malliin, nähdään helposti eri suunnitelmien yhteensopivuus, mahdolliset risteämät ja ongelmakohdat.

Mallintajan ammattitaito ja suunnitteluosaaminen vaikuttaa myös suuresti siihen, miten tarkka malli voidaan laatia käytettävissä olevista suunnitelmista. Ennen mallinnustyön aloittamista tulee miettiä, mihin tarkoitukseen malli laaditaan, kenelle se on tarkoitus esittää ja mikä on työn aikataulu. Pääsääntöisesti virtuaalimallin käyttökohde määrittää mallinnustyön tarkkuuden. Tarkkuus vaihtelee pelkästään ilmasta kuvattujen linjausvaihtoehtojen ja yksityiskohtaisen väylän kuvauksen välillä.

3.1 Virtuaalimallit eri suunnitteluvaiheissa

Virtuaalimalleja voidaan käyttää tarpeen mukaan kaikissa tien suunnitteluvaiheissa. Jokaiseen eri suunnitteluvaiheeseen ei tarvitse laatia välttämättä kokonaan uutta mallia, vaan ensimmäistä mallia voidaan tarkentaa koko suunnitteluhankkeen ajan. Hankkeen edetessä voidaan laaditut suunnitelmat viedä virtuaalimalliin, jolloin informaation määrä ja tämän myötä mallin käyttömahdollisuudet kasvavat.

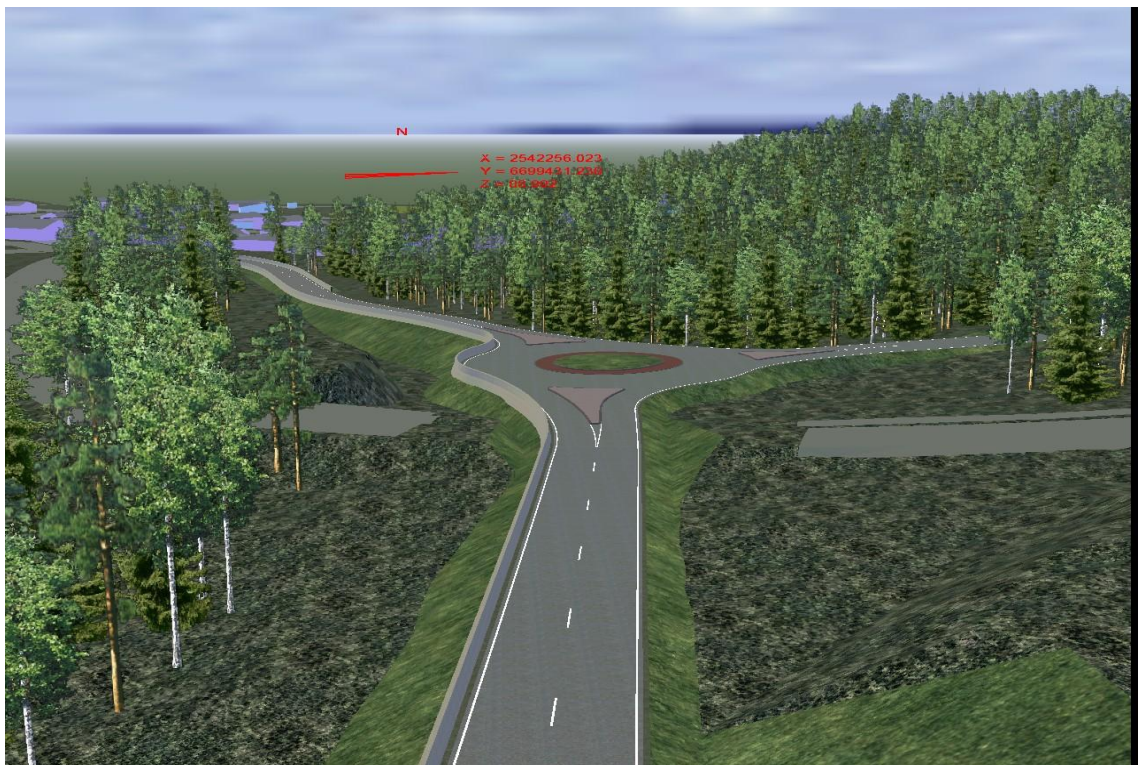
Yleissuunnitelmavaiheen virtuaalimallilla voidaan kuvata tien linjauksen eri vaihtoehtoja ja niiden sijoittumista ympäristöön. Kuvassa 3.1 on havainnollistettu tässä työssä esiteltävän Klaukkalan ohikulkutiehankkeen Ripatin eritasoliittymän sijainti suhteessa lähellä olevaan asutukseen ja ympäristöön.



Kuva 3.1 Ripatin eritasoliittymä, Klaukkalan ohikulkutien virtuaalimalli

Mallintamistarkkuuden määrä se, miten kaukaa tarkasteltuna katsojat pystyvät sijoittamaan tien olemassa olevaan ympäristöön. Yleissuunnitelmanvaiheen virtuaalimalleja esitellään yleisötilaisuuksissa hankkeen vaikutusalueen asukkaille ja maanomistajille.

Tiesuunnitelmavaiheen mallit laaditaan suoraan tiesuunnitelmista, joten mallit ovat tarkkoja ja realistisia. Näistä malleista pystytään tarkastelemaan helposti tien geometrian toimivuutta eli esimerkiksi, jos tiessä on ylimää räisiä taitteita. Malleista nähdään myös tien ja siihen kuuluvien varusteiden ja laitteiden vaatima tila maastossa ja eri osien ja suunnitelmien yhteensopivuus. Kuvassa 3.2 on pyritty karkeasti havainnollistamaan kiertoliittymän tilantarvetta, sijaintia suhteessa nykyisiin rakennuksiin sekä kohtia, joissa käytetään meluesteitä. Malleista on esimerkiksi helppo tarkastella liikenneopasteiden näkyvyyttä ja auringon häikäisyä eri kellonaikaan. Tiesuunnitelmavaiheen malleilla voidaan havainnollistaa yleisölle ja työn tilaajalle, miltä tie näyttää rakennettuna ja mitä vaikutuksia se aiheuttaa ympäristöön.



Kuva 3.2 Kirkkotien kiertoliittymä ja meluesteet, Klaukkalan ohikulkutien virtuaalimalli

Rakennussuunnitelmia sisältävää mallia voidaan kutsua jo tietomalliksi. Tämä tarkoittaa sitä, että mallin sisältämät suunnitelmat ovat mallinnettu todellisina 3D-objekteina ja niiden mittatieto on saatavissa suoraan mallista. Tällaisia objekteja ovat esimerkiksi putket, kaapelit ja sillan eri rakenneosat. Tarkimmista malleista informaatio saadaan siirrettyä suoraan työkoneisiin, mikä vähentää huomattavasti työ- ja mittausvirheitä.

3.2 Ohjelmisto ja mallin laatiminen

Mallintamisprosessin pohjana toimii suunniteltu väylämalli, joka sisältää tiedot tien geometriasta, poikkileikkauksista, pientareet ja ojat. Tästä mallista tie saadaan liitettyä 3D-muodossa olevalle "karttapohjalle". Virtual Map -sovelluksella määritellään tekstuurit eri pinnoille kuten nurmikolle, asfaltille ja puille, jotta eri osat erottuisivat toisistaan ja malli saadaan katseltavaan muotoon. Virtual Map-ohjelmassa on oma tekstuurikirjasto, johon voi tarpeen vaatiessa lisätä esimerkiksi kuvia olemassa olevien tai suunniteltujen rakennusten julkisivuista. Ohjelmalla voidaan myös mallintaa rakennukset 3D-muotoon suoraan karttakuvan perusteella. CAD-pohjaiset 3D-kuvat esimerkiksi silloista ja tiekaiteista saadaan myös suoraan luettua Virtual Mapiin.

Mallia voidaan elävöittää eri sääolosuhteilla ja esimerkiksi tielle voidaan animoida kulkemaan autoja. Virtuaalimallissa voidaan liikkua vapaasti tietokoneen näytöllä lentäen, maan pinnalla kulkien tai vaikkapa autolla ajaen. Malliin voidaan laatia liikeratoja, joita kamera seuraa automaattisesti. Kameran liikeradoista saadaan tehtyä myös videotiedosto, jota on helppo esittää eri tilaisuuksissa.

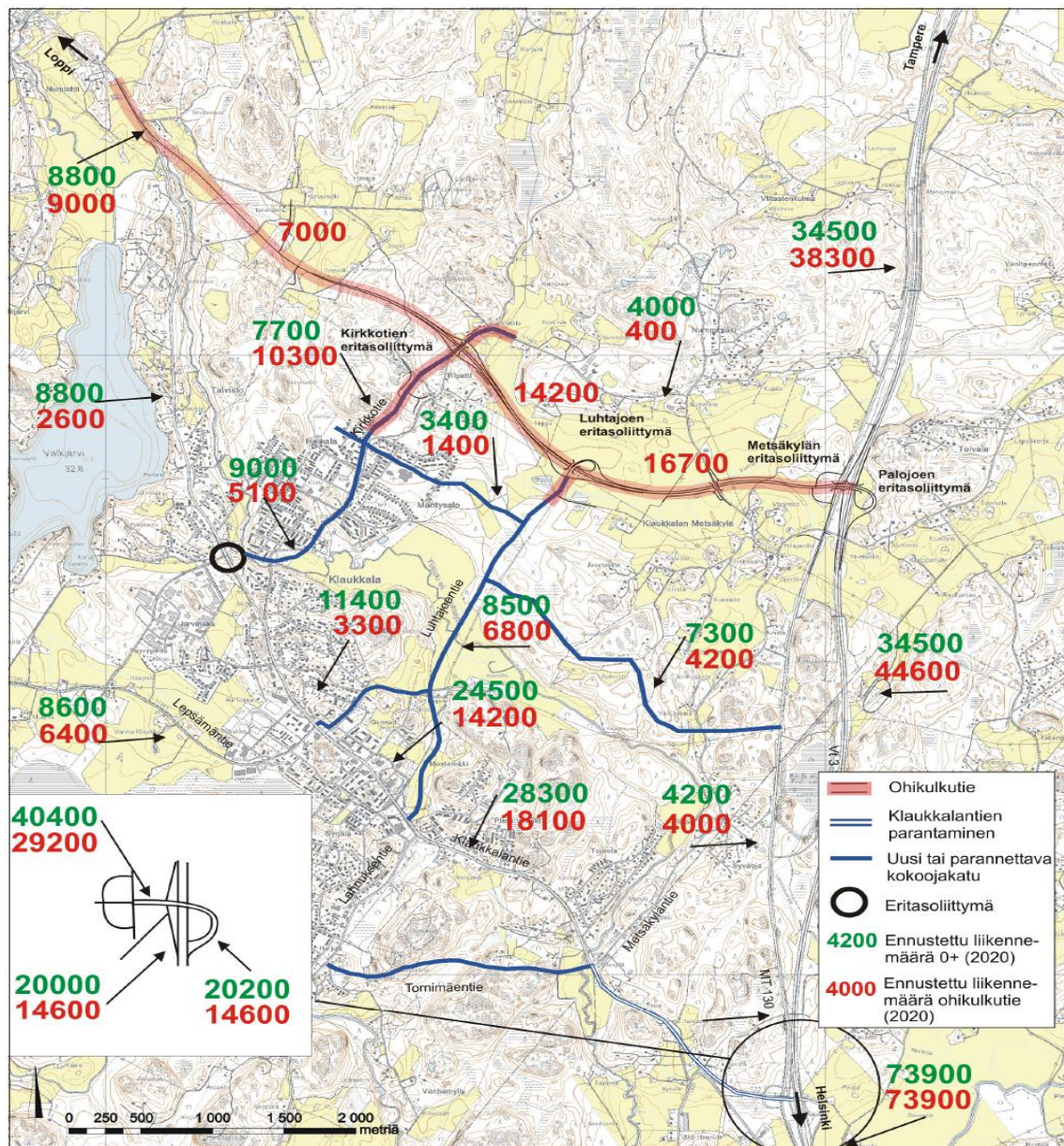
Virtuaalimallinnusprosessi kuvataan esimerkkinä tarkemmin luvussa 6. Siinä kuvataan Klaukkalan ohikulkutien virtuaalimallin laatiminen vaiheittain.

4 KOHTEEN ESITTELY

4.1 Hankkeen lähtökohdat ja nykytilanne

Klaukkalan ohikulkutiehankkeen tarkoituksena on vähentää alueen kasvavan liikenteen aiheuttamaa ruuhkautumista ja meluhaittoja sekä parantaa alueen liikenneturvallisuutta. Hanke on osa Kasvavien alueiden kehityksen tukeminen-teemahankepakettia. Ohikulkutien suunnittelu perustuu kunnanvaltuuston hyväksymässä kehityskuva 2020–raportissa esitettyyn tieliikenteen yhteystarpeeseen Klaukkalan pohjoispuolelle.

Nykyinen Klaukkalantie on taajaman sisääntulotie ja yhteys Hämeenlinnanväylältä kaakkoon. Tie on kaksikaistainen maantie, jonka tasoliittymistä osa on valo-ohjattuja. Tien nykyiset liikennemäärät Hämeenlinnanväylän ja Klaukkalan keskustan välillä ovat 12 700 – 18 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Keskustan pohjoispuolella liikennemäärät ovat 4 600 – 5 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Ohikulkutien vaikutus vuoden 2020 liikenne-ennusteeseen näkyy kuvassa 4.1. Vaihtoehdolla 0+ tarkoitetaan nykyisten väylien parantamista.



Kuva 4.1 Vaihtoehtojen 0+ ja ohikulkutien liikenne-ennusteet vuodelle 2020, ajon/vrk (Yleissuunnitelma 2005)

Tien välityskyky on tällä hetkellä käytössä lähes kokonaan. Ruuhkia tiellä syntyy päivittäin, etenkin työmatkaliikenteen aikana. Ruuhkautuminen on siirtänyt osan liikenteestä alemmalle tieverkolle, josta syntyy ongelmia erityisesti jalankulkijoille ja pyöräilijöille. (Tiehallinto: Klaukkala)

4.2 Suunnittelu

Klaukkalan ohikulkutiestä valmistui vuonna 2005 ensimmäinen yleissuunnitelma, jonka tiehallinto hyväksyi keväällä 2006. Yleissuunnitelman pohjalta aloitettiin tiesuunnitelman laatiminen vuonna 2007. Suunnittelu kuitenkin keskeytettiin tiehallinnon päätöksestä syksyllä 2007, koska yleissuunnitelman pohjalta laadittu alustava kustannusarvio nousi merkittävästi erittäin heikkojen pohjarakentamisolosuhteiden vuoksi.

Keväällä 2008 uudenmaan tiepiiri aloitti selvitystyön uuden tielinjauksen rakentamiseksi. Sen tavoitteena oli aikaisempien tavoitteiden pohjalta löytää uusi rakentamiskustannuksiltaan selvästi edullisempi ratkaisu. Selvitystyön tuloksen ja yleisötilaisuudesta saadun palautteen perusteella hanke rajattiin kolmeen eri linjausvaihtoehtoon:

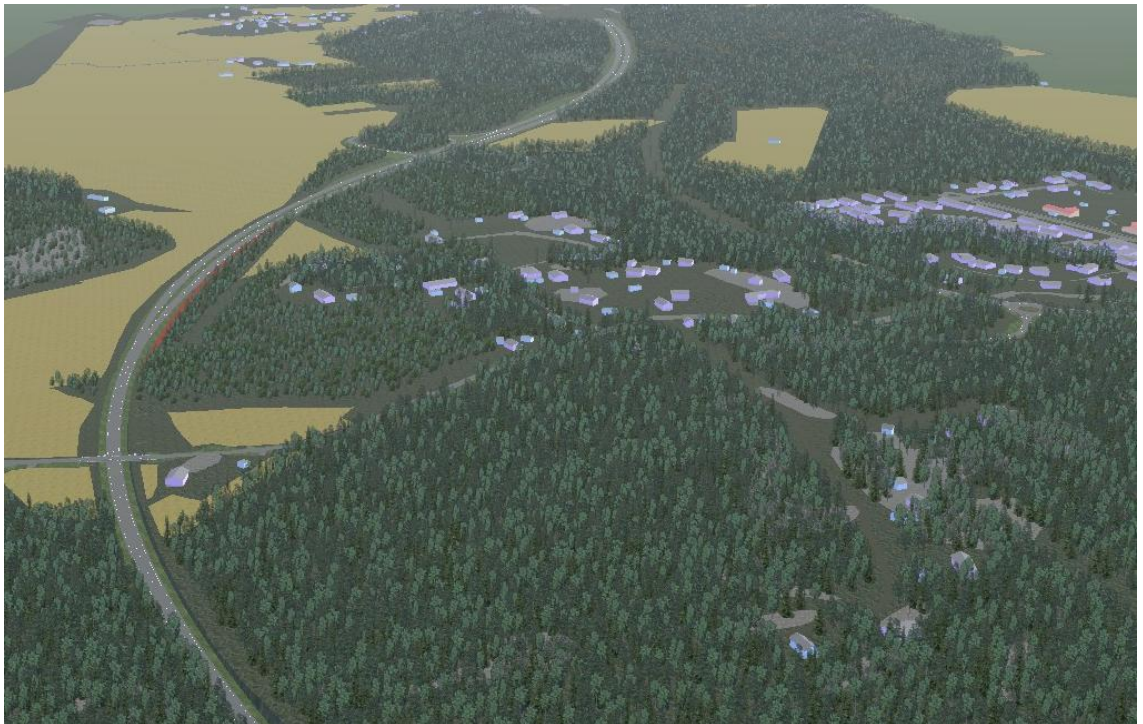
- Ensimmäisessä vaihtoehdossa ohikulkutien pääsuunnaksi valittiin Ripatin kylän eteläpuolelta kulkeva linjaus. Tämä vaihtoehto on laadittu esiselvityksen perusteelta. (Liite 1.)
- Toisessa vaihtoehdossa tehtiin yleisöpalautteen pohjalta pääsuunnan linjausvaihtoehdoksi Ripatin pohjoispuolelta kulkeva linjaus. (Liite 2.)
- Vaihtoehto N:ssä tutkittiin nykyisen Klaukkalantien parantamista tien välityskyvyn ja liikenneturvallisuuden lisäämiseksi. (Liite 3.)

(Klaukkalan ohikulkutien uuden linjauksen selvitystyö, 2009, Raporttiosa)

5 KLAUKKALAN OHIKULKUTIEN MALLINNUS

Virtuaalimallit laadittiin eteläisestä (VE1) ja pohjoisesta (VE2) pääsuuntavaihtoehtoista. Molemmista suunnitelmaluonnoksista luotiin erilliset mallit, jotka esiteltiin maanomistajille ja muille asiasta kiinnostuneille yleisötilaisuudessa marraskuun lopussa 2010.

Ohikulkutien virtuaalimalleilla pyrittiin havainnollistamaan, miten tie sijoittuu maastoon, miltä tie ja ympäristö näyttäivät tiellä ajettaessa sekä miten rakentaminen vaikuttaa alueeseen eri pisteistä katsottuna. Mallien tarkoituksena oli havainnollistaa yleisölle, missä tie tulisi sijaitsemaan, millaisen tilan se vaatii ja miten valmis tie tulisi vaikuttamaan alueen maisemaan. Kuvassa 5.1 nähdään ohikulkutien linjaus Ripatin kylän kohdalla

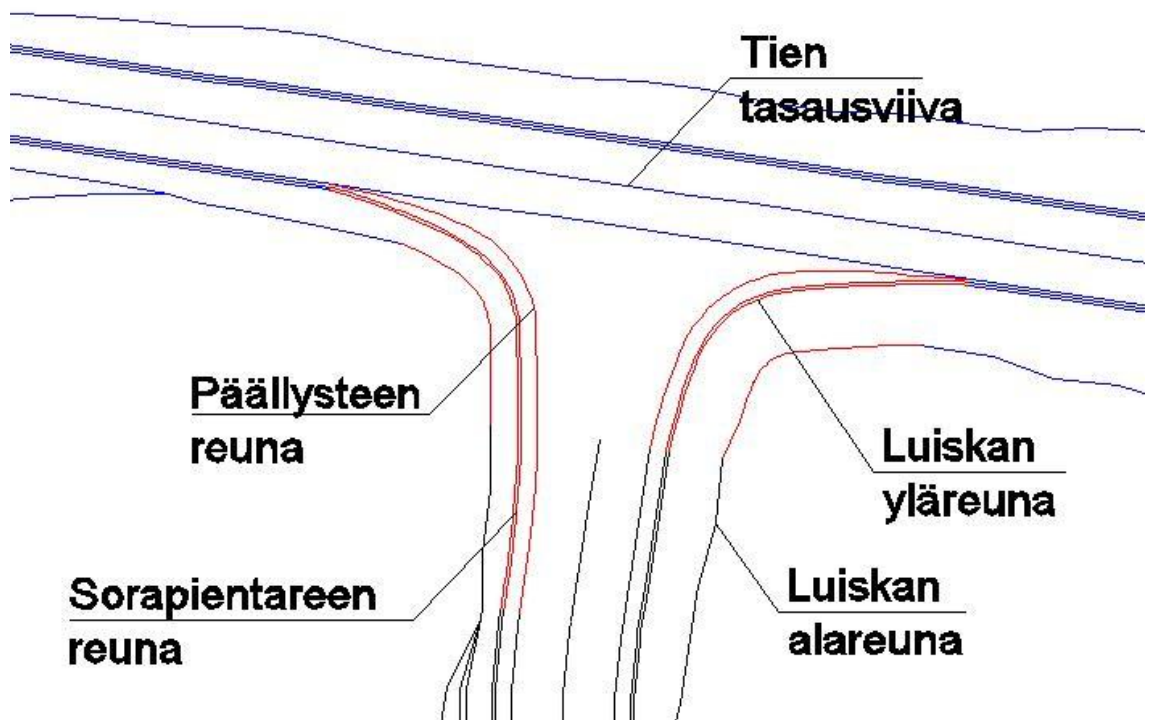


Kuva 5.1 Klaukkalan ohikulkutien linjaus Ripatin kohdalla, Klaukkalan ohikulkutien virtuaalimalli

Virtuaalimallit laadittiin yleissuunnitelman pohjalta, joten kaikkia tiehen kuuluvia laitteita ei aikataulullisista syistä mallinnettu. Malleja varten ei tehty erityisiä suunnitelmia, jotka palvelisivat pelkästään mallintamistyötä eli mallit luotiin saa-

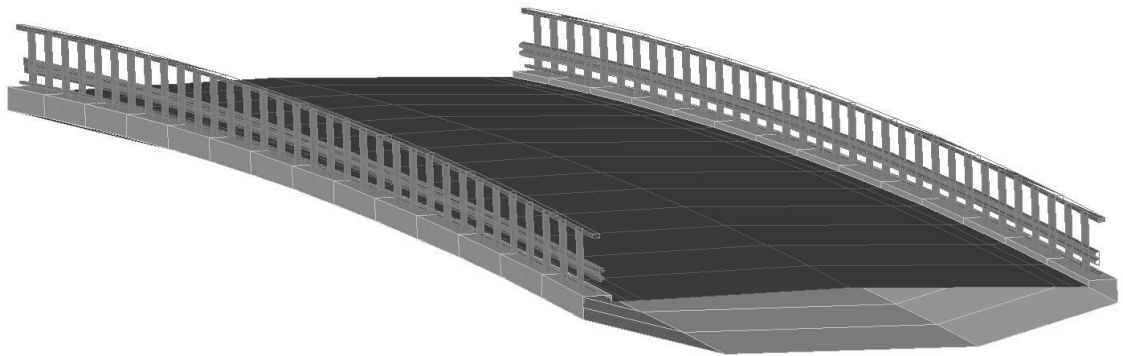
tavilla olevien suunnitelmien ja tietojen perusteella. Pohjakartan tasot käännä-tettiin vastamaan aikaisempien mallinnustöiden pohjalta laadittua tekstuurikir-jastoa. Näin Novapointin Virtual Map pystyi suoraan luomaan malliin tekstuurit kartassa oleville objekteille, kuten pelloille olemassa oleville teille, sähkölinjoille, rakennuksille ja muille vastaaville. Tämä säästi paljon aikaa, koska pystyttiin keskittymään siihen, mikä työssä oli tarkoituskin eli havainnollistamaan suunni-tellut tiet.

Suunniteltavat tiet virtuaalimalleihin tuotiin Novapointin Road Professional-sovelluksella suunnitelluista väylämalleista. Väylämallin taiteviivat tien keskilin-joista, päällysteen reunoista, sorapientareen reunoista, ojan pohjasta ja luiskien reunoista siirrettiin 3D-viivoina karttapohjalle. Työn pisin vaihe oli näiden viivojen muokkaaminen siten, että 3D-kartalle ei jäänyt päällekkäisiä tai risteäviä viivoja. Tässä vaiheessa tiet myös yhdistettiin toisiinsa 3D-viivoin siten, että liit-tymät näyttäisivät valmiissa mallissa realistisilta. Kuvassa 5.2 näkyy, miten kah-den tien taiteviivat ovat yhdistetty toisiinsa punaisilla viivoilla. Muut 3D-viivat ohjelma on tehnyt automaattisesti väylämalleista.



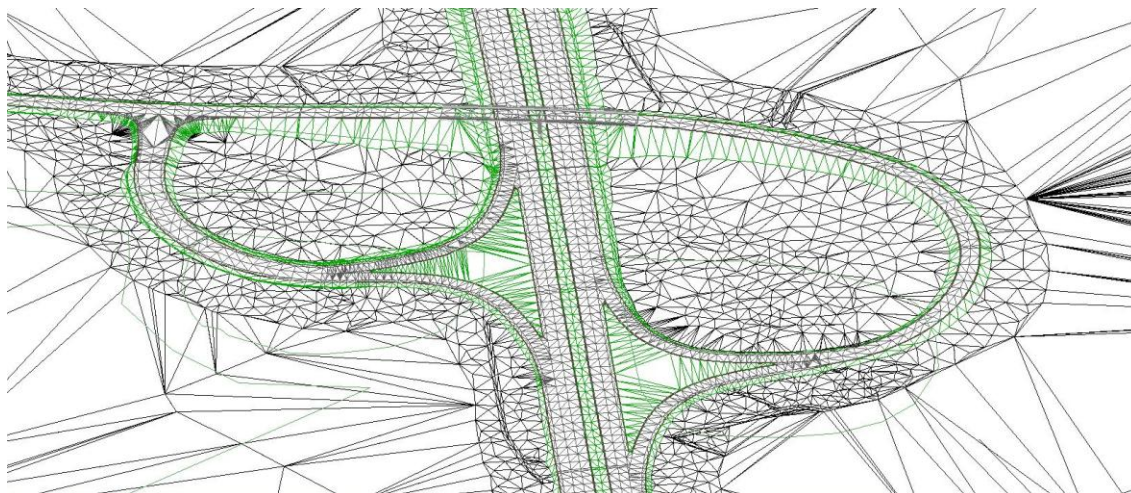
Kuva 5.2 3D-taiteviivat liittymän kohdalla

Seuraavassa vaiheessa luotiin sillat ja siltakaiteet. Nämä tehtiin Novapointin Terrain-sovelluksella ”pursottamalla” sillan poikkileikkausta tien taiteviivojen mukaisesti. Siltoihin ei oltu vielä tässä vaiheessa valittu tarkkaa profiilia, joten ne kopioitiin vanhoista suunnitelmista ja muokattiin vastaamaan väylän pintoja. Siltakaiteet mallinnettiin samalla idealla pursottamalla kaidepilari ja –palkki poikkileikkauksia 3D-viivoja pitkin. Kuvassa 5.3 on ”pursottamalla” luotu silta kaiteineen.



Kuva 5.3 Mallinnettu silta

Tämän jälkeen kartta tien taiteviivoineen kolmioitiin, jonka seurauksena virtuaalimalliin saatiin maanpinta. Tien eri pintojen kolmiot asetettiin omille tasoilleen, joista Virtual Map osaa antaa jokaiselle pinnalle halutun tekstuurin. Näihin pintoihin kuuluu asfaltti, sorapiennar, ojen ja pengerten luiskat ja kallioleikkaukset. Kuvassa 5.4 on esitetty kolmioverkko Ripatin eritasoliittymän kohdalta. Kolmioverkossa vihreällä värjätyt kolmiot on asetettu omalle tasolleen, jolle Virtual Map antaa automaattisesti nurmikko-tekstuurin. Kuvasta 3.1 nähdään, miltä sama eritasoliittymä näyttää Virtual Mapilla mallinnettuna.



Kuva 5.4 Kolmioverkko Ripatin eritasoliittymän kohdalta

Pohjakartan alueet, kuten esimerkiksi pellot ja niityt rajattiin yhtenäisillä viivoilla, joiden sisäpuolen Virtual Map mallinsi automaattisesti halutun tekstuurin mukaisesti. Tämä menetelmä ei ole niin tarkka kuin yksittäisten kolmioiden värjääminen ja menetelmällä tulee helposti virheitä. Sitä voitiin kuitenkin käyttää kohtiin, joita ei ole tarkoitus esitellä tarkemmin vaan kuvata ympäristönä. Alueet saatiin muuten suoraan pohjakartasta, mutta teiden linjoilta ne piti poistaa. Metsäalueet määriteltiin ilmakuvien perusteella, ja ne jaoteltiin nuorempaan ja vanhempaan puustoon. Ilmakuvista pyrittiin myös poimimaan yksityiskohtia, joita pohjakartasta ei tule ilmi.

Alueen rakennuksista ei kuvattu tarkkaa ulkomuotoa eikä ulkonäköä aikataulullisista syistä, vaan ne mallinnettiin kaikki samalla tekstuurilla. Ohjelma mallinsi rakennukset automaattisesti kohtiin, joihin ne oli pohjakartassa esitetty. Yleissuunnitelmatasolla ei ole järkevää mallintaa jokaista rakennusta erikseen oikean muotoiseksi ja näköiseksi, koska se veisi hyvin paljon aikaa. Jotkin merkittävät rakennukset voidaan kuitenkin mallintaa tarkemmin, jotta mallin katsoja pysyy helpommin tunnistamaan alueen.

Lopuksi malleista luotiin katselutiedosto, jonka avulla malleja pystyy katselemaan myös koneilla, joihin ei ole asennettu Virtual Map-sovellusta. Mallinnettavaa aluetta jouduttiin hieman supistamaan alkuperäisestä, koska suuren mallin pyörittäminen meni rajallisten tietokoneen tehojen vuoksi liian raskaaksi. Jois-

tain tekstuureista, kuten peltojen korsista jouduttiin myös samasta syystä luopumaan. Tästäkin huolimatta valmiista töistä tuli onnistuneita ja ne saivat tilaajalta kiitosta.

6 MALLIN LAAJENNUS TIE- JA RAKENNUSSUUNNITELMIIN

Niin kuin luvussa 2. mainittiin, tien suunnitelmat tarkentuvat aina hankkeen ja suunnittelun edessä. Näin on myös tien virtuaalimallintamisessa. Jos tarvetta on laatia malli kattamaan tie- ja rakennussuunnitelmat, on yleissuunnitelman virtuaalimallia mahdollista tarkentaa. Tämä vaatii myös muun suunnittelutyön jatkamista, jotta mallintajan ei tarvitse itse ratkaista kaikkia tarkkoja rakennusteknisiä yksityiskohtia.

Jos tien yleissuunnitelman virtuaalimallia on tarkoitus jatkaa tie- ja rakennussuunnitelmiin, olisi järkevää suunnitella ja mallintaa tien geometria jo yleissuunnitteluvaiheessa mahdollisimman tarkasti. Suuret muutokset tien linjauksessa on vaikeaa ja aikaa vievää korjata valmiiseen virtuaalimalliin. Jos linjaukseen tulee myöhemmin muutoksia, tulee tarkoin miettiä, mistä edellisen virtuaalimallin laatimisvaiheesta lähdetään liikkeelle. Jos tiedetään, ettei geometriaan tai väylän pintoihin tule suuria muutoksia, voidaan korjaukset ”leikata” valmiin virtuaalimallin kolmioituun pintaan. Jos tiehen tulee suurempia muutoksia, kannattaa mallinnustyö aloittaa vaiheesta, jossa karttaa ei ole vielä kolmioitu. Muutokset on helppo korjata vanhan mallin 3D-taiteviivoihin ja kolmioida siten uudelleen.

Tiesuunnitelmissa esitetään tien vaikutukset ympäristöön, tien tilavaraukset ja tarvitsemat alueet. Näiden havainnollistamiseen virtuaalimalli on erinomainen työkalu. Suunnitelmien tarkentuminen ja niiden tarkastelu ympäristön kannalta luo tarpeen keskittyä tien lisäksi myös maaston yksityiskohtaisempaan mallinnukseen. Tätä tulee miettiä ennen koko mallinnustyön aloittamista, koska liian epätarkkaa maastoa on todella työteliästä muuttaa ensimmäisen virtuaalimallin

jälkeen. Yksittäisiä kohtia on helppo tarkentaa, mutta jos halutaan koko mallista tarkka, koko maaston korkeustietoaaineisto voidaan joutua uusimaan.

Tarkennettuja suunnitelmia tehdessä kannattaa miettiä, miten eri objektit saadaan helpoimmin tuotua malliin. Esimerkiksi Novapoint Water&Sewer -ohjelmalla suunnitellut putket ja kaivot saadaan suoraan siirrettyä Virtual Map -malliin. Virtual Map lukee myös suoraan Novapointilla luotuja väylämalleja, joten kaikkia väyliä ei tarvitse erikseen muokata tuomalla niitä kartalle 3D taiteviivoina. Tämä menetelmä on kuitenkin epätarkka, eikä väylä ole kartalla muokattavissa. Tämän takia sitä ei kannata käyttää tarkkana tie- tai rakennusmallina, vaan esimerkiksi kuvaamaan rinnakkaisten teiden asemaa suhteessa esiteltävään tiehen. AutoCadin Solid-toiminnolla saadaan helposti mallinnettua yksinkertaisia 3D-kappaleita, jotka saadaan yksittäisinä objekteina tuotua virtuaali-malliin. Tällaisia kappaleita yhdistelemällä saadaan luotua jo tarkkoja eri rakennosia sisältäviä kokonaisuuksia esimerkiksi silloista.

Ympäristön yksityiskohdat tuovat virtuaalimalliin aina realistisuutta, ja niihin kannattaa keskittyä jo hankkeen tiesuunnitelmavaiheessa. Alueesta kannattaa mallintaa kohteita, jotka ovat helposti tunnistettavissa. Mallinnettavien yksityiskohtien ei tarvitse välttämättä suoraan liittyä suunniteltuun tiehen, vaan ne voivat olla myös ympäristössä olevia kiinnityspisteitä, joiden avulla katsoja voi helpommin liittää mallinnuskohteen olemassa olevaan ympäristöön. Apuna tähän voidaan käyttää valokuvia, josta saadaan suoraan leikattua tekstuuri esimerkiksi rakennusten julkisivuille.

7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄ

Virtuaalimallinnus yleistyy vauhdilla suunnitteluohjelmistojen ja tiedonsiirron kehittymisen myötä. Suunnitelmat saadaan aina vain helpommin ja nopeammin siirrettyä 3D-malliin, mikä vähentää mallinnustyön kustannuksia ja tämän myötä laskee tilaajan kynnystä virtuaalimallin käyttämiselle. Malleista pyritään tekemään aina vain tarkempia ja enemmän informaatiota sisältäviä. Tulevaisuuden

visiona onkin että virtuaalimalleista laadittaisiin kaikki suunnitelmat sisältävä tietopankki, josta saataisiin kaikki rakentamiseen tarvittava informaatio.

7.1 Rakennusten tietomallinnus

Tällä hetkellä tietomalli on jo yleisesti käytössä rakennusten suunnittelussa. Rakennuksen tietomallinnuksessa (engl. Building Information Modeling, BIM) pyritään virtuaalisesti mallintamaan koko rakennus jo ennen varsinaisen rakennustyön aloittamista. Tällä pyritään tehostamaan suunnittelutyötä ja luomaan näytävä markkinointipohja edistämään investointipäätösten syntymistä. Tietomalleissa eri suunnitelmat on helppo liittää yhteen ja tarkastella niiden toimivuutta, yhteensopivuutta ja mahdollisia risteämiä. Suunnitelmien muuttuessa muutokset päivittyvät samanaikaisesti kaikille yhteistä tietopankkia käyttäville. Suunnitelmien muuttuessa on 3D-mallista myös helppo laskea uudet määrät ja tilavuudet.

Tietomallin perusteella voidaan eri simulaatioiden avulla tarkastella esimerkiksi rakennuksen energiataloutta, paloturvallisuutta ja rakenteiden toimivuutta. Mallista voidaan simuloida koko rakennusprosessi, joka helpottaa aikataulutusta, kustannusten hallintaa ja eri vastuualueiden jakoa. Vertaamalla rakennuksen käytönaikaista tilannetta laadittuihin simulaatioihin, saadaan tietoa rakennuksen saneeraustarpeista ja –ajankohdista.

7.2 Tietomallinnus infrakohteissa

Tietomallintamista on kokeiltu myös joissain infrasuunnittelukohteissa. Rautatiesuunnittelussa Liikenneviraston ja Vianovan yhteishankkeessa mallinnettiin yleissuunnitteluvaiheen kaksoisraidesuunnitelma. Työhön mallinnettiin radan geometria, sillat, kuivatus, kallioleikkaukset, tiejärjestelyt, turvalaitteet ja radan sähköistys. Kaikista rataa liittyvistä laitteista, merkeistä, ratasähköistyksen pylväistä ja turvalaitteista luotiin elementtikirjasto, joka helpottaa huomattavasti seuraavien ratakohteiden mallintamista. Hankkeen yksi tarkoitus olikin kehittää toimintatapoja, jolla suunnittelun aikainen aineisto saataisiin mahdollisimman vähällä käsityöllä siirrettyä virtuaalimalliin. (Vianova 2010.)

Teiden suunnittelussa voidaan tietomalli myös rajata kattamaan vain jokin tietty osa-alue. Vuonna 2004 tiehallinto käynnisti Siltojen tuotemallintaminen ja rakennusautomaation kehittäminen –projektin (5D-SILTA). Hanke toteutettiin useiden silta-alan toimijoiden yhteistyöllä. Projektin tavoitteena oli kehittää siltojen 3D-suunnittelua tarkoituksena parantaa koko suunnitteluprosessia ja antaa uusia työkaluja urakoitsijoiden ja tilaajan toimintoihin. (Heikkilä 2008.)

Projekti saatiin päätökseen vuonna 2007, jonka jälkeen sitä jatkettiin 5D-Silta2-projektilla. Projektin tarkoituksena on siltojen rakentamisprosessin ja elinkaaren hallinnan kehittäminen aikaisemman projektin pohjalta. Hankkeeseen liittyen WSP Finland Oy on omassa 5D-VT8-projektissaan tutkinut yleisten tietomallien tiedonsiirron soveltuvuutta siltoihin ja tietomallipohjaista siltasuunnitelmaa osana tien suunnittelua. Hanke toteutetaan liikenneviraston valtatie 8 parantamishankkeen suunnitelmien pohjalta.

Projektissa tehtiin usean sillan rakennussuunnitelma tietomallintamalla, jotka myöhemmin yhdistettiin tien rakennussuunnitelmaan. Siltasuunnitelmat tehtiin Novapoint Bridge –ohjelmalla. Apuna tässä käytettiin Novapoint Road –ohjelmalla tehtyjä tiesuunnitelmia sekä siltojen tuotemalleja. Näillä tiedoilla luotu 3D-malli siirrettiin Tekla Structures –ohjelmaan rakennesuunnittelua varten. Tiedonsiirrossa käytettiin DWG-formaattia, jotta valmiit siltojen koordinaatiomallit saatiin mallinnettua Novapoint Virtual Mapilla.

Eri suunnittelualueet yhdistävällä 3D-mallilla saatiin projektissa hyviä tuloksia. Suunnitelmien havainnollistaminen ja yhteensovittaminen nopeutui, ja suunnitelman laatu voitiin mallin pohjalta helposti varmistaa. Kehittämällä edelleen eri ohjelmistojen välistä tiedonsiirtoa voidaan mallintamistyötä nopeuttaa ja poistaa aikatauluriskejä ja inhimillisistä tekijöistä aiheutuvia virheitä. (Vianova 2010.)

Tietomallien käyttäminen nykyisissä infra-alan projekteissa on jo rajatusti mahdollista, mutta hankkeen kokonaisvaltainen mallintaminen yhteiseksi suunnittelupankiksi ei ole vielä kannattavaa. Siinä missä talonrakentamisessa pystytään kaikki osat, rakenteet ja laitteet suunnittelemaan tarkasti etukäteen jo ennen

työn aloittamista, maarakentamisessa joudutaan koko ajan rakentamisen ohella varautumaan suunnitelmamuutoksiin muuttuvien olosuhteiden vuoksi. Maarakentamisessa esimerkiksi todelliset pohjaolosuhteet varmistuvat vasta rakentamistyön aikana, koska täysin kattavia ennakkotutkimuksia ei ole kannattavaa tai mahdollista tehdä. Suunnitelmien muuttuessa useasti pitäisi tiedonsiirron suunnitelmien ja mallin välillä olla automaattista, jotta tietomallin ylläpito olisi ajankäytöllisesti järkevää.

Työkoneiden 3D-ohjauksen yleistyessä olisi järkevää kehittää tiedonsiirtoa myös tietomallin ja työkoneen välillä. Tämä lisäisi mallista saatavaa hyötyä, koska työkoneen 3D-ohjausta varten ei tarvitsisi tehdä enää erillistä pinta- ja tasomallia, joka on jo tietomalliin kertaalleen luotu. Pitkälle viedystä mallista saataisiin työn suorittamiseen tarvittavaa tietoa suoraan koneeseen. Suora tiedonsiirto vähentäisi tässäkin tiedonsiirrossa tapahtuvia virheitä ja nopeuttaisi tiedonsiirtoa suunnitelmien muuttuessa. 3D-ohjauksen käyttö lisäisi kuitenkin suunnittelijan vastuuta, koska lopputulos määräytyisi suoraan suunnitelmien ja niistä laadittujen mallien mukaan.

7.3 Tietomallistandardi

Infra-alan tietomallien yleistyminen vaatisi myös yhtenäisen tietomallistandardin. Ilman yhtenäistä tiedonsiirtoa tällaisen laatiminen johtaisi monien yritysten suunnitteluohjelmien uusimiseen, joka ei varsinkaan pienissä yrityksissä ole mahdollista Suomen suppealla markkina-alueella. Hankkeista pysyisivät kilpailemaan enää vain suuret yritykset, joilla on riittävät resurssit tietomallien käyttämiseen.

Vianovan mukaan standardin laatimisessa painopiste pitäisi kohdistaa yhtenäiseen tiedonsiirtoon. Suomessa tiedonsiirtoformaatti voisi Vianovan mukaan olla kansainvälisesti käytetty LandXML. Tällä hetkellä LandXML-formaatin ylläpito suomalaiseen rakentamiseen sopivana on kuitenkin vaikeaa ja kallista. LandXML-standardiin siirtyminen vaatisi myös nykyisten ohjelmaversioiden uusimisen, jonka kustannukset olisivat pääosin Liikenneviraston ja kuntien vastuulla.

8 YHTEENVETO

Virtuaalimallinnus on koko ajan kehittyvä suunnitelmien havainnollistamismuoto. Paperille piirretyistä perspektiivikuvista on tekniikan kehittymisen myötä siirrytty 3D-kuviin, joihin sisältyy lukematon määrä perspektiivejä. Tämä helpottaa huomattavasti kohteen ja sen vaikutuksien havainnollistamista, joka taas edesauttaa huomattavasti enemmistöä miellyttävän vaihtoehdon löytämistä.

Virtuaalimallinnus on nopeasti ottanut harppauksen pelkästä havainnollistamistyökalusta jopa suunnittelutyökaluksi. Yhteiskäytössä 2D- ja 3D-suunnittelu minimoi informaation esittämisessä syntyviä puutteita ja tämän myötä suunnitteluvirheitä. Suunnittelun monitasoisuus lisää suunnittelutyön mielekkyyttä työn monipuolistumisen vuoksi. Tulevaisuuden visiona on laatia infrastruktuurista eli rakennetusta ympäristöstä virtuaalinen suunnitelmapankki, jonka avulla kaikki tieto on saatavilla yhdestä paikasta. Tällaisesta tietomallista suunnitelmat kulkevat sähköisesti suoraan työkoneeseen. Tämä vähentäisi paperisuunnitelmien tarkastelussa tapahtuvia tulkintavirheitä.

Kehitettävää on vielä kuitenkin paljon, koska infrarakentamisessa muuttuvat olosuhteet ovat jokapäiväinen tekijä. Näiden muutosten havaitseminen ja niihin reagoiminen on onnistuneen lopputuloksen kannalta ehdoton edellytys. Tietomallinnuksen kehitystyössä tulee ottaa huomioon se, ettei kaikkea voi suunnitella ennakoon. Tulevaisuudessa on osattava vetää raja siihen, mihin tietomallia on mahdollista ja järkevää käyttää.

KUVAT

Kuva 2.1 Tiensuunnittelun kulku, s. 6

Kuva 3.1 Ripatin eritasoliittymä, s. 13

Kuva 3.2 Kirkkotien kiertoliittymä ja meluesteet, s. 14

Kuva 4.1 Vaihtoehtojen 0+ ja ohikulkutien liikenne-ennusteet vuodelle 2020, s. 16

Kuva 5.1 Klaukkalan ohikulkutien linjaus Ripatin kohdalla, s. 18

Kuva 5.2 3D-taiteviivat liittymän kohdalla, s. 19

Kuva 5.3 Mallinnettu silta, s. 20

Kuva 5.4 Kolmioverkko Ripatin eritasoliittymän kohdalta, s. 21

LÄHTEET

Heikkilä, R. 2008. Siltojen tuotemallintamisen ja rakentamisautomaation kehittäminen (5D-SILTA). Tiehallinnon selvityksiä 22/2008

Klaukkalan ohikulkutien uuden linjauksen selvitystyö, 2009, Raporttiosa

Klaukkalan ohikulkutien yleissuunnitelma, 2005

Liikenneviraston ohjeita 19/2010, Yleissuunnittelu, toimintaohjeet

Liikenneviraston ohjeita 20/2010, Tiesuunnitelma, toimintaohjeet

Maantielaki 22§

Vianova. 2010. Tietomalli yhdistää tien ja sillan. Vianovanews Joulukuu 2010, 10-11

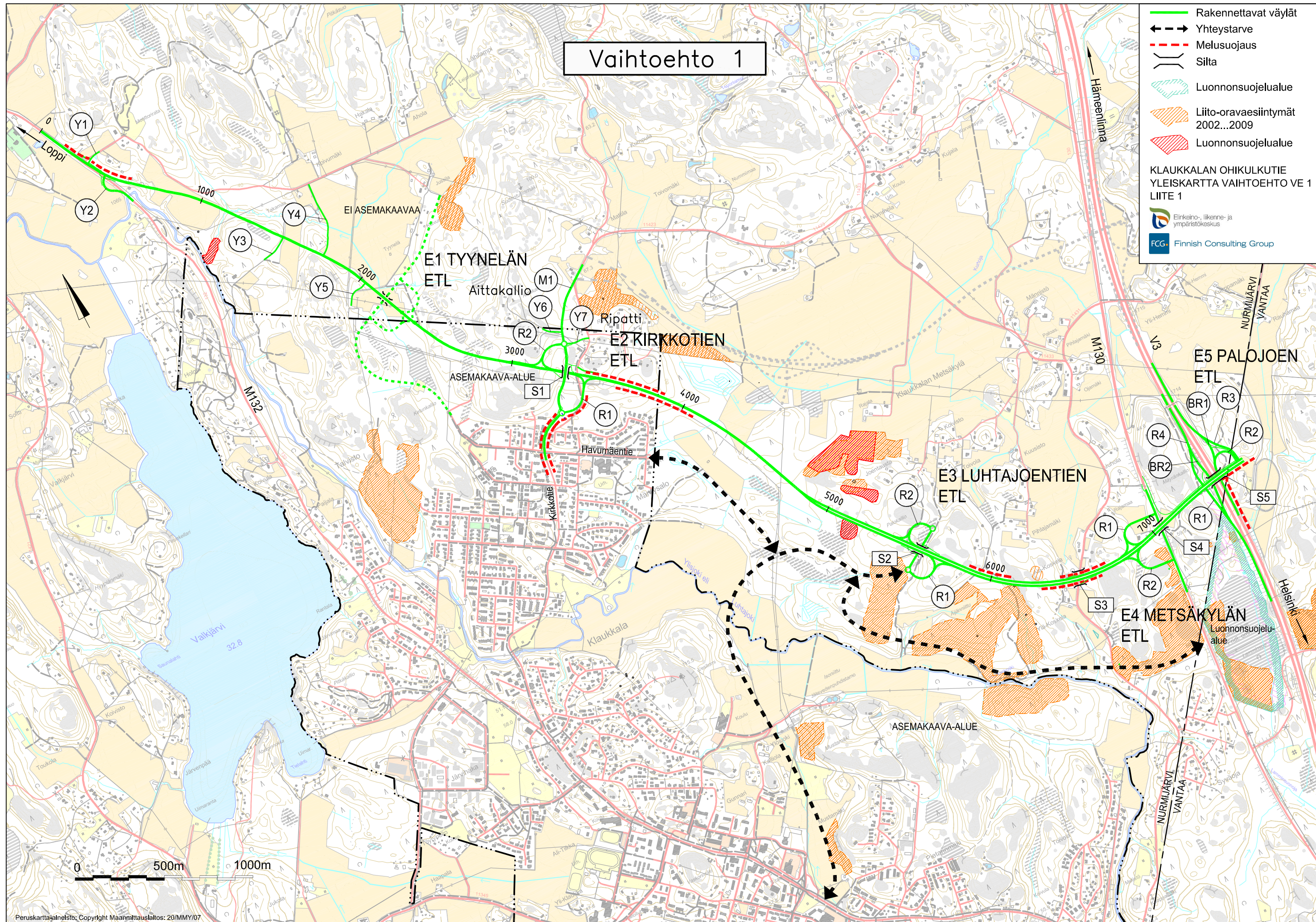
Vianova. 2010. Tietomallit matkalla rautatiesuunnitteluun. Vianovanews Joulukuu 2010, 6-7

www.tiehallinto.fi/klaukkala (Luettu 3.5.2011)

Vaihtoehto 1

- Rakennettavat väylät
- Yhteystarve
- Melusuojaus
- Silta
- Luonnonsuojelualue
- Liito-oravaesiintymät 2002...2009
- Luonnonsuojelualue

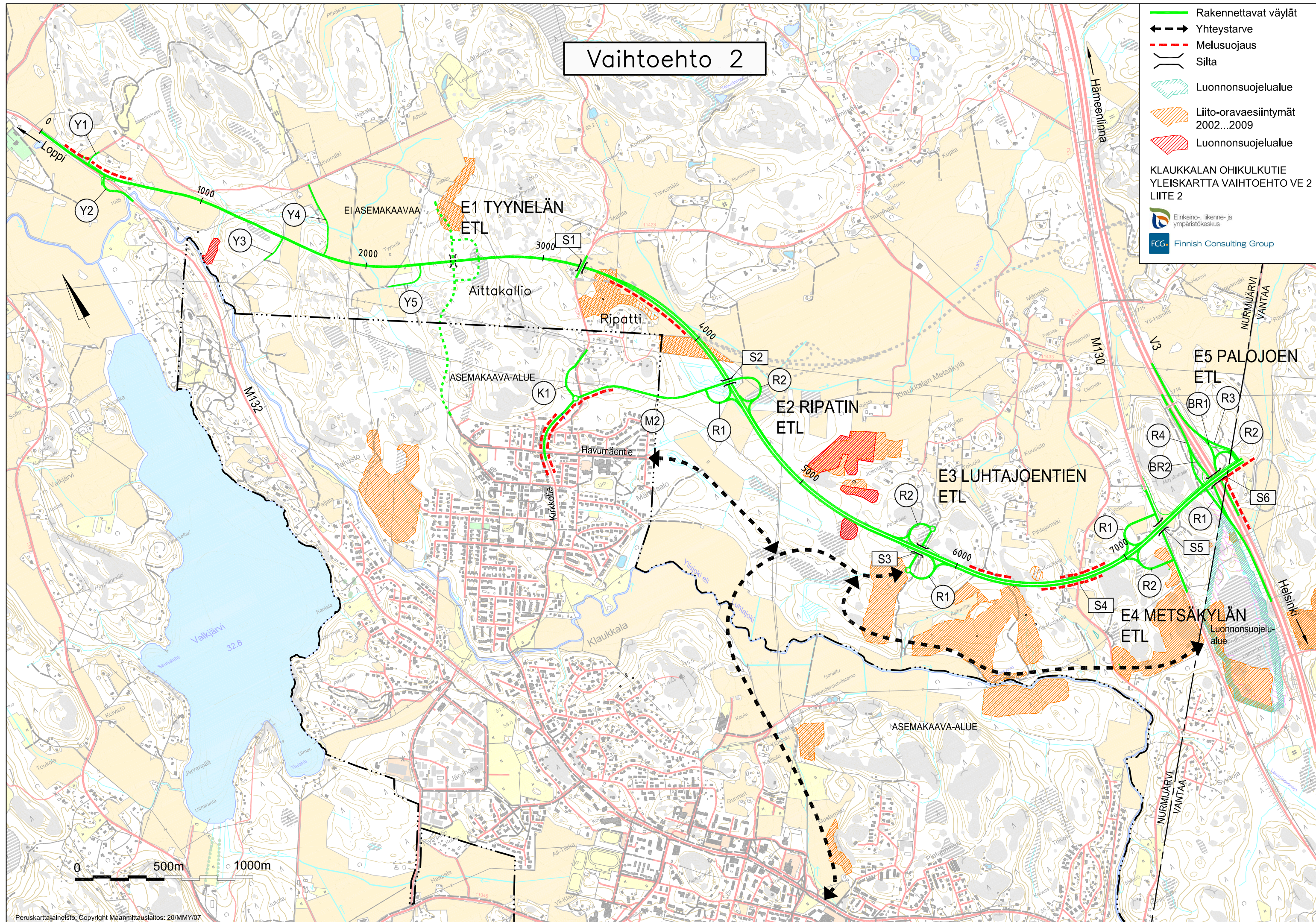
KLAUKKALAN OHIKULKUTIE
YLEISKARTTA VAIHTOEHTO VE 1
LIITE 1



Vaihtoehto 2

- Rakennettavat väylät
- Yhteystarve
- Melusuojaus
- Silta
- Luonnonsuojelualue
- Liito-oravaesiintymät 2002...2009
- Luonnonsuojelualue

KLAUKKALAN OHIKULKUTIE
YLEISKARTTA VAIHTOEHTO VE 2
LIITE 2



Vaihtoehto N

- Rakennettavat väylät
 - Yhteystarve
 - Melusuojaus
 - Silta
 - Luonnonsuojelualue
 - Liito-oravaesiintymät 2002...2009
 - Luonnonsuojelualue
- KLAUKKALAN OHIKULKUTIE
YLEISKARTTA VAIHTOEHTO VE N
LIITE 3
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
FCG Finnish Consulting Group

